



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 008 563 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.06.2000 Patentblatt 2000/24

(51) Int. Cl.⁷: C03C 10/00, C03C 8/24,
H01M 2/08, H01M 8/02

(21) Anmeldenummer: 99124480.7

(22) Anmeldetag: 08.12.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 10.12.1998 DE 19857057

(71) Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur
Förderung der angewandten Forschung e.V.
80636 München (DE)

(72) Erfinder: Durschang, Bernhard R.
97082 Würzburg (DE)

(74) Vertreter:
Olgemöller, Luitgard, Dr. et al
Leonhard - Olgemöller - Fricke,
Patentanwälte,
Postfach 10 09 57
80083 München (DE)

(54) Alkalifreie Glaskeramiken als Fügematerial für den Hochtemperatureinsatz

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung einer alkalifreien Oxidmischung, umfassend mindestens die folgenden Komponenten:

- (a) Siliciumdioxid in einem Stoffmengenanteil von 35 bis 55 %,
 - (b) Magnesiumoxid in einem Stoffmengenanteil von 20 bis 50 % sowie
 - (c) mindestens ein Oxid, ausgewählt unter Calciumoxid, Strontiumoxid und Bariumoxid, mit der Maßgabe, daß der Stoffmengenanteil von Calciumoxid, Strontiumoxid und Bariumoxid zusammen mindestens 5 % beträgt und der Stoffmengenanteil jedes einzelnen dieser drei Oxide 15 % nicht übersteigt,
- als glaskeramisches Fügematerial mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten von $\geq 10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ für den Einsatz bei hohen Temperaturen, oder zur Herstellung eines solchen Fügematerials. Die Oxidmischung kann zusätzlich ein oder mehrere Oxide enthalten, ausgewählt aus der Gruppe B_2O_3 , Al_2O_3 , La_2O_3 , Y_2O_3 , ZnO , TiO_2 , ZrO_2 , FeO und Fe_2O_3 . Aus den kristallinen oder amorphen Komponenten wird ein Glas erschmolzen, das einem Temperaturverlauf ausgesetzt wird, der zuerst ein Breitlaufen und anschließend das Kristallisieren von Material bewirkt.

EP 1 008 563 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft kristallisierbare Glaszusammensetzungen und Glaskeramiken, die dauerhaft im Hochtemperaturbereich (bis ca. 1100°C), z.B. als Fügmaterial für Hochtemperaturbrennstoffzellen (solid oxide fuel cell, SOFC), eingesetzt werden können.

[0002] Bei Hochtemperaturbrennstoffzellen sind z.B. Flachzellenkonstruktionen im Einsatz, bei denen für eine effiziente Nutzung (multi-kW-Bereich) einzelne Zellen zu Stacks zusammengefügt werden. Für die Trennung von Brennstoff- und Oxidationsmittelbereich ist der Einsatz eines Löt- und Abdichtmaterials notwendig, welches einerseits den Anforderungen an das Endprodukt genügen muß, andererseits das Fügen der Stacks erlaubt.

[0003] Die Anforderungen an das Material im fertigen Stack sind primär ein an die Kontaktmaterialien angepaßter Wärmeausdehnungskoeffizient α , eine sehr gute elektrische Isolation zwischen Kathoden- und Anodenseite, hohe Dichtigkeit sowie hohe mechanische, elektrische und chemische Stabilität für Betriebszeiten von bis zu 50.000 Stunden.

[0004] Zum Fügen des Stacks muß (angepaßt an die evtl. zusätzlich notwendigen Temperaturprofile) ein Temperatur-Zeit-Programm anwendbar sein, das die weiteren Materialien nicht schädigt, ein kontrolliertes Absetzen des Stacks gewährleistet und einen dichten Verbund mit den Kontaktmaterialien sichert. Bei der Verwendung von nicht massiven Bauteilen muß außerdem eine viskose Verformung des Ausgangsmaterials zu einer dichten Struktur stattfinden.

[0005] Im genannten Anwendungsfall der SOFC müssen die eingesetzten Materialien im Ausdehnungskoeffizienten dem Elektrolyten, also stabilisiertem ZrO_2 , angepaßt sein. Dieser erlaubt mit seinem α -Wert von ca. $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ den Einsatz von gebräuchlichen Metallen bzw. metallischen Legierungen als weitere Komponenten. Für das Abdicht- bzw. Lötmaterial wird daher ebenfalls ein Ausdehnungskoeffizient von mindestens $10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ gefordert.

[0006] Nicht kristallisierende Gläser scheiden bei Einsatztemperaturen wie beispielsweise für SOFC's verlangt aus, da keine Gläser existieren, die sowohl eine Transformationstemperatur oberhalb 900°C als auch einen Ausdehnungskoeffizienten größer als $10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ besitzen. Außerdem benötigte ein solches Glas eine Fügetemperatur, die deutlich über die Belastungsgrenzen der Kontaktmaterialien hinausreichen würde. Liegt die Betriebstemperatur aber deutlich oberhalb des Transformationsbereiches, sind die mechanischen, chemischen und elektrischen Eigenschaften nicht zu gewährleisten. Außerdem besitzt keines der denkbaren Gläser eine bei diesen Temperaturen für 50.000 Stunden Einsatzdauer notwendige Glasstabilität, so daß beim Versuch, ein Glas zu verwenden, unweigerlich eine dann ungesteuerte Kristallisation auftreten würde.

[0007] Der Einsatz von kristallisierenden Gläsern als Verschluß- und Beschichtungsmaterial ist bekannt. Diese Materialien werden in unterschiedlichen Bereichen mit variierenden Kontaktmaterialien eingesetzt. Eine Übersicht bietet das Review von I.W. Donald: "Preparation, properties and chemistry of glass- and glass-ceramic-to-metal seals and coatings." J. Mater. Sci. 28 (1993), 2841-2886. Während alkalihaltige Glaskeramiksyste me in großer Vielfalt existieren und meist intensiv untersucht wurden, kommen für alkalifreie Zusammensetzungen nur wenige Systeme zum Einsatz. Hier ist insbesondere das Cordierit-System zu erwähnen ($\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$), welches seit langem erforscht wird und einen geringen Ausdehnungskoeffizienten von $2,2 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ aufweist.

[0008] Eine Glaskeramik mit einem Ausdehnungskoeffizienten von etwa $10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ist von Z.-X. Chen im Journal of Materials Science 20 (1985), S. 3428-3438, beschrieben worden. Sie besteht aus einem MgO-ZnO-SiO_2 -System mit geringen Al_2O_3 -Anteilen. Bei der Kristallisation bilden sich nacheinander Enstatit, Willemite und α -Cristobalit. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten dieser kristallinen Phasen ($\alpha_{20-400} = 9 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ für Enstatit, $= 1,6 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ für Willemite und wiederum deutlich höher für α -Cristobalit) steigt der Ausdehnungskoeffizient dieses Systems in den Temperaturbereichen zwischen 800°C und 900°C und zwischen 1000°C und 1100°C sprunghaft an.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Glaskeramik-Material für die Verwendung im Hochtemperaturbereich, d.h. bei Temperaturen bis mindestens etwa 950°C, bevorzugt sogar bis etwa 1100°C, und mit einem gleichmäßigen Ausdehnungskoeffizienten von mindestens etwa $10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, bevorzugt etwa $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, mit guten isolierenden Eigenschaften bereitzustellen. Insbesondere soll das Material als Lötmaterial für Metalle, Legierungen und/oder andere Materialien mit einem Ausdehnungskoeffizienten von etwa $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ im Bereich von 20 - 950°C geeignet sein, die unter anspruchsvollen Bedingungen gefügt werden müssen.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch die Bereitstellung eines Materials, umfassend mindestens die Komponenten:

SiO_2	35 - 55 %	SA
MgO	20 - 50 %	SA
CaO	0 - 15 %	SA

EP 1 008 563 A1

(fortgesetzt)

SrO	0 - 15 %	SA
BaO	0 - 15 %	SA
mit Σ CaO, SrO, BaO \geq 5 % SA		

als glaskeramisches Fugematerial für den Einsatz bei hohen Temperaturen und mit einem Wärmehausdehnungskoeffizienten von α_{20-950} = mindestens etwa $10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

[0011] Die Oxide des Ca, Sr, Ba werden nachstehend auch als "schwerere Erdalkalioxide" bezeichnet. Der Ausdruck SA (= Stoffmengenanteil) bezieht sich auf die molaren Anteile der Materialien.

[0012] Bevorzugt kann das Material weiterhin folgende Komponenten umfassen:

Al ₂ O ₃	0 - 8 %	SA
La ₂ O ₃	0 - 8 %	SA
Y ₂ O ₃	0 - 8 %	SA
ZnO	0 - 8 %	SA
TiO ₂	0 - 8 %	SA
ZrO ₂	0 - 8 %	SA
MnO	0 - 8 %	SA
FeO und/oder Fe ₂ O ₃	0 - 10 %	SA

[0013] Weitere Komponenten sollten vorzugsweise nicht oder im wesentlichen nicht oder nur in solchen Mengen vorhanden sein, die als Verunreinigungen anzusprechen sind (z.B. unter 1 % SA, insbesondere unter 0,1 % SA).

[0014] Es ist ein Material zu bevorzugen, das aus einer überschaubaren Anzahl an Bestandteilen besteht, um die Gefahr chemischer Reaktionen zu begrenzen, und das entsprechend den Anforderungen weitgehend auskristallisiert. Dies wird begünstigt durch einen Ausgangspunkt in der Zusammensetzung in der Nähe von stöchiometrischen Verbindungen. Allerdings fördert der Einsatz weniger Komponenten sowie eine Komposition nahe kristallinen Verbindungen üblicherweise die Kristallisationsgeschwindigkeit (Keimbildungsgeschwindigkeit und Kristallwachstumsgeschwindigkeit).

[0015] Überraschenderweise hat sich herausgestellt, daß die erfindungsgemäß aufgefundenen Zusammensetzungen in Glasform trotz weniger Komponenten nahe der Stöchiometrie von kristallinen Verbindungen eine gute Glasstabilität aufweisen und sich auch als feines Glaspulver und unter langsamen Aufheizbedingungen mittels viskosem Fließen zu einem dichten Material verarbeiten lassen.

[0016] Die erfindungsgemäßen Materialien sind im wesentlichen bzw. völlig alkalifrei. Dies macht sie für die Verwendung bei hohen Temperaturen, insbesondere bei solchen im Bereich von mindestens bis etwa 1100°C besonders geeignet.

[0017] Die resultierenden Glaskeramiken enthalten als kristalline Hauptbestandteile Enstatit (MgSiO₃) und/oder Forsterit (Mg₂SiO₄). Bevorzugt liegt das Verhältnis von SiO₂ zu MgO im Bereich von etwa 1,7:1 bis 1,0:1, besonders bevorzugt im Bereich von etwa 1,45:1 bis 1,0:1. Hierdurch läßt sich z.B. die Kristallisation von α -Cristobalit zurückdrängen. Zwar hat α -Cristobalit einen hohen Ausdehnungskoeffizienten; aufgrund der Umkristallisierungseffekte, die zu einem sprunghaften Anstieg desselben (und damit zu möglichen Spannungen) führen, ist die Anwesenheit von Cristobalit-Kristallen jedoch weniger erwünscht.

[0018] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Material zinkarm (z.B. mit weniger als 4 Gew.-%, bevorzugt unter 2 Gew.-% oder 1 Gew.-% ZnO) oder ist frei von Zinkoxid. Damit wird die Kristallisation von Willemit zurückgedrängt oder ganz vermieden.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung enthält das Material BaO als einziges oder ein Oxid der schwereren Erdalkalien. In besonders bevorzugter Weise enthält das Material weiterhin Aluminiumoxid. Das Vorhandensein von Ba in Kombination mit Al fördert die Kristallisation von modifiziertem Celsian (BaAl₂Si₂O₈). Zusammensetzungen mit diesen Komponenten können auch ZnO enthalten, ohne daß der Ausdehnungskoeffizient unter den erwünschten Wert sinken würde. Dies kann unter verarbeitungstechnischen Aspekten (für die Verbesserung des Fließverhaltens) erwünscht sein.

[0020] Weiterhin ist es besonders wünschenswert, als Oxide der schwereren Erdalkalien eine Mischung aus mindestens zwei dieser Erdalkalioxiden einzusetzen, ganz bevorzugt CaO und SrO und BaO gemeinsam. Es hat sich herausgestellt, daß die Kristallisation solcher Gläser bei einer gegebenen Temperatur langsamer verläuft, was für das Fügen insbesondere von Hochtemperatur-Brennstoffzellen bzw. Stacks daraus besonders vorteilhaft ist. Aufgrund von

Spannungen beim Erhitzen ein relativ langsames Aufheizen notwendig. Eine langsame Kristallisation bietet den Vorteil, daß die Viskosität relativ lange niedrig bleibt und die Haltezeit verlängert werden kann.

[0021] Die erfindungsgemäßen Materialien können weiterhin z.B. Boroxid und/oder Yttriumoxid enthalten. Diese Substanzen bewirken ebenfalls eine Verlangsamung der Kristallisation und tragen zur Verbesserung der Glasstabilität bei.

[0022] Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen enthalten keine Komponenten wie Alkalimetalle, die schädigende chemische Reaktionen unter den angegebenen Bedingungen hervorrufen. Im Betrieb zeigen sie elektrische Widerstände von $>1 \text{ M}\Omega \text{ cm}$. Sie kristallisieren so vollständig, daß sie bei der Einsatztemperatur eine Viskosität von ca. $10^{12} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ besitzen, wodurch die mechanische Stabilität gewährleistet ist.

[0023] Bevorzugte Zusammensetzungen bestehen aus den Komponenten

SiO ₂	35 - 55 %	SA(Stoffmengenanteile)
MgO	20 - 50 %	SA
CaO	0 - 15 %	SA
SrO	0 - 15 %	SA
BaO	0 - 15 %	SA
B ₂ O ₃	0 - 20 %	SA
Al ₂ O ₃	0 - 8 %	SA

wobei die Summe aus CaO, SrO und BaO größer/gleich 5% SA beträgt ($\Sigma \text{CaO, SrO, BaO} \geq 5 \% \text{ SA}$).

[0024] Weiterhin sind bevorzugte Zusammensetzungen solche aus den Komponenten

SiO ₂	40 - 50 %	SA
MgO	30 - 40 %	SA
CaO	0 - 10 %	SA
SrO	0 - 10 %	SA
BaO	0 - 10 %	SA
B ₂ O ₃	5 - 15 %	SA
Al ₂ O ₃	2 - 6 %	SA
ZnO	2 - 8 %	SA
mit $\Sigma \text{CaO, SrO, BaO} \geq 5 \% \text{ SA}$		

oder solche aus den Komponenten

SiO ₂	40 - 50 %	SA
MgO	25 - 35 %	SA

EP 1 008 563 A1

(fortgesetzt)

CaO	3 - 10 %	SA
SrO	0 - 10 %	SA
BaO	3 - 10 %	SA
B ₂ O ₃	5 - 15 %	SA
Al ₂ O ₃	2 - 6 %	SA
Y ₂ O ₃	2 - 8 %	SA
mit Σ CaO, SrO, BaO \geq 5 % SA		

[0025] Außerdem können zu den genannten Zusammensetzungen z.B. zur Verbesserung der verarbeitungstechnischen Eigenschaften, z.B. des Fließverhaltens (zur Variierung der Viskosität), ggf. weitere Komponenten zugegeben werden, z.B. TiO₂, MnO, FeO, Fe₂O₃, La₂O₃ und, soweit nicht bereits erwähnt, ZnO und/oder Y₂O₃, in Mengen bis zu jeweils etwa 10% SA, zusammen bevorzugt nicht über 30% SA.

[0026] Die Gemenge werden in den entsprechenden Anteilen aus den Rohstoffen (Oxiden, Carbonaten etc.) hergestellt und eingeschmolzen. Als Rohstoffe kommen neben kristallinen Ausgangsstoffen auch bereits erschmolzene Gläser oder dgl. aus einer oder mehreren Komponenten in Frage. Aus der Schmelze kann sowohl ein Glasblock als auch eine Fritte gegossen werden. Das Glas kann z.B. als Pulver, als Formteil (z.B. als dünne, flexible Folie) oder als Paste aus einem Pulver, aufgeschlämmt in einer organischen Flüssigkeit oder in H₂O, weiterverarbeitet werden.

[0027] Bevorzugt wird für die Weiterverarbeitung ein Pulver oder eine Paste verwendet, ganz besonders bevorzugt mit Teilchengrößen im Bereich eines d₅₀-Wertes von ca. 1 µm.

[0028] Ein Pulver mit einem d₅₀-Wert von ca. 1 µm weist ein großes Oberflächen-Volumen-Verhältnis auf. Im Gegensatz zum Inneren findet an Oberflächen heterogene (also energetisch begünstigte) Keimbildung statt, so daß die bevorzugte Korngrößenverteilung eine Kristallisation signifikant erleichtert. Es wurde gefunden, daß solche Pulver eine ausreichende Glasstabilität besitzen, um ein Absetzverhalten bei Aufheizraten von z.B. ca. 1 K/min zu gewähren.

[0029] Ein Breitlaufen der Gläser kann durch eine Haltezeit oder ein langsames Durchfahren der Temperaturen zwischen T_g und dem Kristallisationsbeginn erfolgen. Zu beachten ist hierbei, daß bei der Verwendung von feinerem Pulver sich der Kristallisationsbeginn zu entsprechend tieferen Temperaturen verschiebt.

[0030] Die Kristallisation im Anschluß an den Fließprozeß sollte insbesondere bei Verwendung massiver Glaskörper zweistufig erfolgen. Zur Keimbildung ist eine ca. einstündige Haltezeit bei einer Temperatur von ca. 50 K oberhalb von T_g in der Regel ausreichend. Zur Kristallisation wird eine Temperaturstufe zwischen 900 und 950°C empfohlen; sie kann bei entsprechenden Einsatztemperaturen aber auch direkt dem Betrieb vorgeschaltet werden. Bei signifikanten Glasphasenanteilen ist im Einsatz eine weitere Kristallisation möglich.

[0031] Für die Verwendung als Lötmaterial in Hochtemperaturbrennstoffzellen ist eine Fügetemperatur zwischen 800°C und 1000°C, bevorzugt von etwa 950°C, empfehlenswert. Die Haltezeit sollte vorzugsweise 10 Minuten nicht unter- und 5 Stunden nicht überschreiten.

[0032] Weitere Kristallphasen können, abhängig von der Zusammensetzung und weiteren Bestandteilen, als Nebenphasen auftreten. Der Ausdehnungskoeffizient der Glaskeramiken liegt je nach Kristallphasen und -anteil im Bereich von 10 · 10⁻⁶K⁻¹ bis 14 · 10⁻⁶K⁻¹ (20- 1000°C). Je nach Glasphasenanteil kann der Ausdehnungskoeffizient mit der Temperatur relativ linear verlaufen bzw. bei der T_g des Restglases einen signifikanten Sprung zu höheren Werten aufweisen.

Beispiele:

[0033]

Zusammensetzung	1	2	3	4	5
SiO ₂	47 % SA	43 % SA	45 % SA	38 % SA	43 % SA
MgO	35 % SA	30 % SA	31 % SA	30 % SA	30 % SA
CaO	5 % SA	3 % SA	2 % SA	3 % SA	2 % SA

(fortgesetzt)

Zusammensetzung	1	2	3	4	5
SrO	-	3 % SA	2 % SA	3 % SA	2 % SA
BaO	5 % SA	3 % SA	2 % SA	8 % SA	3 % SA
Al ₂ O ₃	5 % SA	6 % SA	4 % SA	5 % SA	6 % SA
B ₂ O ₃	3 % SA	12 % SA	10 % SA	12 % SA	12 % SA
ZnO	-	-	4 % SA	-	-
La ₂ O	-	-	-	-	2 % SA
T _g	671°C	659°C	669°C	654°C	
T _{krist}	899°C	887°C	879°C	810°C	
Kristallphasen	Enstatit	Enstatit	Enstatit	Enstatit	
	Celsian	Celsian	Zn ₂ SiO ₄	Celsian	
		Ba _x Sr _{1-x} Al ₂	Ba _x Sr _{1-x} Al ₂	Ba _x Sr _{1-x} Al ₂	
		Si ₂ O ₈	Si ₂ O ₈	Si ₂ O ₈	
α ₂₀₋₉₅₀	12,4 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹	12,0 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹	10,0 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹	10,8 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹	11,1(4) · 10 ⁻⁶ K ⁻¹

[0034] Aus den Zusammensetzungen 1 bis 5 wurden Gläser erschmolzen. Diese wurden anschließend vermahlen.

[0035] Für die Beispiele 1 bis 4 wurde folgendes Temperaturprogramm gewählt: Aufheizen mit etwa 2K/min bis 850°C, weiter mit etwa 1K/min bis 880°C, 30minütige Haltezeit, Aufheizen mit 0,5K/min bis 950°C, 3-stündige Haltezeit, Abkühlen mit 2K/min bis Umgebungstemperatur. Beispiel 5 wurde als Paste verarbeitet, die erwärmt und dann eine halbe Stunde auf einer Temperatur von 950 bis 1000°C gehalten wurde. Dann wurde auf 850°C abgekühlt, diese Temperatur wurde 10 Stunden gehalten. Danach war die Umwandlung des Glases in eine Glaskeramik mit dem angegebenen thermischen Ausdehnungskoeffizienten vollständig.

[0036] Röntgenografisch konnte bei keinem der Gläser Kristallisation festgestellt werden. Die Gläser weisen Transformationstemperaturbereiche (T_g) von 630 - 710°C auf und zeigen bei Differentialthermoanalysen (DTA) einen Kristallisationsbeginn zwischen 800°C und 950°C (5 K/min Aufheizrate, Pulver mit einem d₅₀-Wert von ca. 50µm, ca. 50 mg Einwaage).

Patentansprüche

1. Verwendung einer alkalifreien Oxidmischung, umfassend mindestens die folgenden Komponenten:

- Siliciumdioxid in einem Stoffmengenanteil von 35 bis 55 %,
- Magnesiumoxid in einem Stoffmengenanteil von 20 bis 50 % sowie
- mindestens ein Oxid, ausgewählt unter Calciumoxid, Strontiumoxid und Bariumoxid, mit der Maßgabe, daß der Stoffmengenanteil von Calciumoxid, Strontiumoxid und Bariumoxid zusammen mindestens 5 % beträgt und der Stoffmengenanteil jedes einzelnen dieser drei Oxide 15 % nicht übersteigt, als glaskeramisches Füge-material mit einem Wäremausdehnungskoeffizienten von $\geq 10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ für den Einsatz bei hohen Temperaturen, oder zur Herstellung eines solchen Fugematerials.

2. Verwendung einer Zusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidmischung zusätzlich ein oder mehrere Oxide enthält, ausgewählt aus der Gruppe B₂O₃, Al₂O₃, La₂O₃, Y₂O₃, ZnO, TiO₂, ZrO₂, FeO und Fe₂O₃

3. Verwendung einer Zusammensetzung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß FeO und Fe₂O₃ zusammen in einem Stoffmengenanteil von bis zu 10 %, jedes der anderen dort genannten Oxide in einem Stoffmengenanteil von bis zu 8 % vorliegen kann.

4. Verwendung einer Oxidmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 mit den folgenden Komponenten:

SiO ₂	40 - 50 %	SA
MgO	30 - 40 %	SA
CaO	0 - 10 %	SA
SrO	0 - 10 %	SA
BaO	0 - 10 %	SA
B ₂ O ₃	5 - 15 %	SA
Al ₂ O ₃	2 - 6 %	SA
ZnO	2 - 8 %	SA.

5. Verwendung einer Oxidmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 mit den folgenden Komponenten:

SiO ₂	40 - 50 %	SA
MgO	25 - 35 %	SA
CaO	3 - 10 %	SA
SrO	0 - 10 %	SA
BaO	3 - 10 %	SA
B ₂ O ₃	5 - 15 %	SA
Al ₂ O ₃	2 - 6 %	SA
Y ₂ O ₃	2 - 8 %	SA.

6. Verwendung einer Oxidmischung nach einem der voranstehenden Ansprüche als Fugematerial in einer Hochtemperaturbrennstoffzelle oder für den Einsatz bei der Fügung einer solchen Hochtemperaturbrennstoffzelle.
7. Verwendung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten zur Herstellung des Fugematerials als kristalline oder teilweise kristalline und teilweise amorphe Ausgangsstoffe eingesetzt werden.
8. Verwendung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Ausgangsstoffen ein Glas erschmolzen wird und dieses entweder als Formteil oder in gemahlener Form einem Temperaturverlauf ausgesetzt wird, der zuerst ein Breitlaufen und anschließend die Bildung der Glaskeramik bewirkt.
9. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten zur Herstellung des Fugematerials in Form von Glas vorliegen.
10. Verwendung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Glas entweder als Formteil oder in gemahlener Form einem Temperaturverlauf ausgesetzt wird, der zuerst ein Breitlaufen und anschließend die Bildung der Glaskeramik bewirkt.
11. Verwendung nach Anspruch 8 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Glas dem genannten Temperaturverlauf in Form einer dünnen Folie, als Pulver oder als Paste aus einem Pulver in einer organischen oder anorganischen Schlämm-Flüssigkeit ausgesetzt wird.



Eur päisches
Pat ntamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 12 4480

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	WO 98 46540 A (BUDD MICHAEL ;NORSK HYDRO AS (NO)) 22. Oktober 1998 (1998-10-22) * Seite 2, Absatz 2 * * Seite 4, Absatz 1 - Seite 5, Absatz 2; Tabelle 1 *	1-3,6-11	C03C10/00 C03C8/24 H01M2/08 H01M8/02
X	GB 1 455 428 A (NAT RES DEV) 10. November 1976 (1976-11-10) * Seite 1, Zeile 22 - Seite 3, Zeile 8; Beispiel 18 *	1-3,6-11	
P,X	EP 0 897 897 A (SIEMENS AG) 24. Februar 1999 (1999-02-24) * Spalte 2, Zeile 14 - Spalte 4, Zeile 52 *	1-3,6-11	
P,A	EP 0 907 215 A (SIEMENS AG) 7. April 1999 (1999-04-07) * Ansprüche *	1-3,6-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			C03C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 22. März 2000	Prüfer Van Bommel, L
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 12 4480

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-03-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9846540 A	22-10-1998	NO 971714 A AU 4138997 A EP 0975554 A	15-10-1998 11-11-1998 02-02-2000
GB 1455428 A	10-11-1976	KEINE	
EP 0897897 A	24-02-1999	KEINE	
EP 0907215 A	07-04-1999	AU 8786698 A CA 2249512 A JP 11162486 A	22-04-1999 02-04-1999 18-06-1999

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

